

Perdas de solo e água em um Cambissolo sob condição de chuva simulada

Danieli Schneiders²; Ildegardis Bertol³; Júlio César Ramos⁴; José Mecabô Júnior⁴; Eduardo Zandonadi Gamba⁵; Jéssica Pâmela Borges⁶

- (¹) Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico . CNPq;
(²) Estudante de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina . UDESC; Lages, SC; s.danieli@yahoo.com.br; (³) Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina . UDESC; (⁴) Estudante de Pós-Graduação em Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina . UDESC; (⁵) Estudante de Graduação em Agronomia; Universidade do Estado de Santa Catarina . UDESC; (⁶) Estudante de Graduação em Engenharia Ambiental; Universidade do Estado de Santa Catarina . UDESC.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a eficiência da cobertura do solo por resíduos culturais e da rugosidade superficial do solo no controle da erosão hídrica. Sendo os tratamentos: 1) cobertura do solo por resíduo de azevém; 2) cobertura do solo por resíduo de ervilhaca; 3) escarificação do solo em área cultivada com azevém - mantendo suas raízes; 4) escarificação do solo em área cultivada com ervilhaca . mantendo suas raízes; 5) solo sem cultivo, escarificado e com rugosidade alta, serviu de testemunha. O estudo foi realizado em Lages . SC, em um Cambissolo sob condição de chuva simulada. A unidade experimental tinha área útil de 38,5 m², com dimensão de 11 m de comprimento no sentido do declive e 3,5 m de largura. Seis testes de chuva foram aplicados, utilizando um simulador de chuva com braços rotativos. Cada chuva tinha intensidade constante de 65 mm h⁻¹ e duração de 90 minutos. O tratamento com cobertura do solo por resíduo de azevém foi o mais eficaz no controle da erosão, no qual a perda de solo foi de 248 kg ha⁻¹, enquanto, no tratamento com solo escarificado e raízes de ervilhaca, o menos eficaz, a referida perda foi de 31.018 kg ha⁻¹, dentre os tratamentos com cultivo do solo. Dentre todos os tratamentos, o solo sem cultivo apresentou o maior valor de perda de solo, igual a 43.659 kg ha⁻¹. As perdas de água seguiram a mesma tendência geral das perdas de solo nos tratamentos com cultivo, porém, com menor magnitude de variação dos valores.

Palavras-chave: manejo do solo, sistemas conservacionistas, erosão hídrica.

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é um processo complexo que depende do clima, relevo, características intrínsecas do solo, cobertura e manejo bem como, das práticas conservacionistas de suporte, podendo ser potencializada pela ação antrópica. Dentre estes fatores, a cobertura e manejo do solo é o que mais afeta a erosão (Schick et al., 2000; Wischmeier & Smith, 1978).

A mobilização mecânica do solo faz parte do manejo e, em sistemas conservacionistas, tem como objetivo aumentar a rugosidade da superfície. Embora efêmera, a rugosidade aumenta o armazenamento e a infiltração de água no solo, assim como, a retenção de sedimentos nas depressões e, conseqüentemente, reduz a erosão hídrica (Allmaras et al., 1966; Bertol et al., 1989).

Sistemas de manejo conservacionistas também mantêm a superfície do solo coberta por resíduos culturais, os quais, mais persistentes do que a rugosidade, dissipam a energia cinética das gotas de chuva e, em parte, do escoamento superficial.

Os resíduos retêm partículas de solo desagregadas, desta forma, são mais eficazes do que a rugosidade no controle da erosão.

Diante do exposto, a pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência da cobertura do solo por resíduos culturais e da rugosidade superficial do solo no controle da erosão hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 2012 sob condição de chuva simulada no Centro de Ciências Agroveterinárias, campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizado em Lages . SC (**Figura 1**).

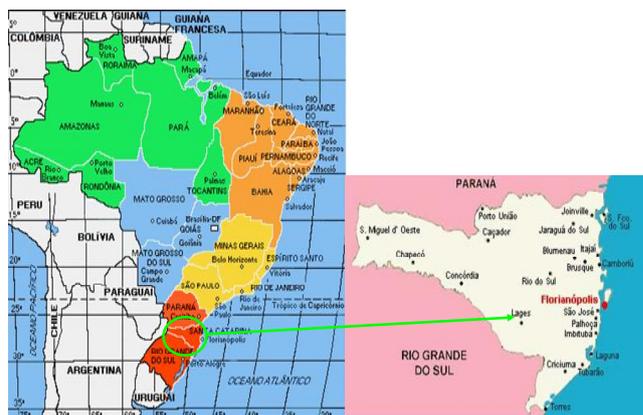


Figura 1 É Localização da área de estudo.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb (subtropical úmido, chuvoso e com verões frescos) e, segundo Bertol (1993), Lages possui uma precipitação média anual de 1.600 mm. O relevo da área experimental é suave-ondulado, a altitude aproximada do local do experimento é de 900 metros e sua declividade média é $0,134 \text{ m m}^{-1}$, com uma variação de $0,124 \text{ m m}^{-1}$ a $0,145 \text{ m m}^{-1}$. O solo da área experimental é um CAMBISSOLO HÚMICO Alumínico léptico (Inceptisol).

A unidade experimental tinha área útil de $38,5 \text{ m}^2$, com dimensão de 11 m de comprimento no sentido do declive e 3,5 m de largura. A delimitação das laterais e da extremidade superior da parcela foi feita com chapas galvanizadas de 0,2 m de altura, cravadas 0,1 m no solo. Na extremidade inferior da parcela existia uma calha coletora, conectada a um tubo de PVC de 75 mm de diâmetro e 6 m de comprimento, o qual direcionava o fluxo do escoamento até uma trincheira onde se realizavam as medições e coletas da enxurrada (**Figura 2**).



Figura 2 É Unidade experimental, com $38,5 \text{ m}^2$.

As chuvas simuladas foram aplicadas com um simulador de chuvas equipado com braços rotativos tipo empuxo (Bertol et al., 2012) (**Figura 3**). O aparelho é composto por 10 braços de 7,5 m de comprimento ligados a uma torre central a 2,4 m de altura. Nos 10 braços do simulador encontram-se dispostos de forma helicoidal 30 bicos do tipo VEJEET 80/100 (Meyer & Mccune, 1958). Para obter a intensidade planejada de 65 mm h^{-1} se utilizou apenas 15 bicos abertos a uma pressão de 12,3 psi. Cada chuva teve duração de 90 minutos.



Figura 3 É Simulador de chuvas.

Foram testados cinco tratamentos com duas repetições de campo, perfazendo um total de dez parcelas experimentais. Além disso, seis testes de chuva foram realizados em cada tratamento, totalizando, doze repetições por tratamento.

Os tratamentos avaliados foram: 1) cobertura do solo por resíduo de azevém; 2) cobertura do solo por resíduo de ervilhaca; 3) escarificação do solo em área cultivada com azevém; 4) escarificação do solo em área cultivada com ervilhaca; 5) solo sem cultivo, escarificado e com rugosidade alta, serviu de testemunha. Os tratamentos 1 e 2 foram implantados em solo sem preparo, mantendo as raízes e os resíduos das culturas no solo e com superfície praticamente lisa. Os tratamentos 3 e 4 foram implantados em solo sem os resíduos culturais, mantendo as raízes das culturas e com rugosidade alta.

Para a determinação da taxa instantânea de enxurrada e conseqüente perda de solo e água, foi seguida à metodologia descrita por Cogo (1981). Depois de identificado o início do escoamento, coletava-se um volume da enxurrada com uma proveta graduada de 2 L e, com o auxílio de um cronômetro, marcava-se o tempo necessário para se coletar tal volume, podendo-se assim determinar o escoamento, em L s^{-1} ou em $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$.

As coletas para determinação do volume de enxurrada eram realizadas a cada 5 minutos, coletando-se o maior volume possível com o objetivo de aumentar a precisão da coleta e, quando o fluxo era muito alto, utilizava-se um balde graduado com capacidade de 15 L, ao invés da proveta. Neste mesmo momento, coletava-se um pote de 0,75 L para a determinação da concentração de sedimentos e de água na enxurrada, para o posterior cálculo das perdas de solo e água.

As amostras para a determinação da concentração de sedimentos e de água da enxurrada eram pesadas e, após, adicionava-se 3 a 4 gotas de ácido clorídrico (2,5 N) para acelerar a floculação das partículas de solo dispersas, deixando em repouso por 72 h para ocorrer à decantação. Após este período, retirava-se o excesso de água das amostras com a ajuda de um sifão, levando-as para uma estufa onde eram secas a uma temperatura de 50°C por 72 horas, pesando-as após.

Por meio da ajuda do *software* Pderosão, desenvolvido por Elemar Antonino Cassol, calculou-se as taxas instantâneas de perdas de solo e água para intervalos de um minuto por interpolação linear dos valores de perdas quantificadas a campo a cada cinco minutos. A concentração de sedimentos existente na enxurrada foi obtida dividindo-se a massa de sedimentos pela massa de sedimentos + água. Assim, a taxa instantânea de perda de solo,



expressa em kg h^{-1} , foi obtida multiplicando-se a taxa instantânea de enxurrada, expressa em $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ a cada minuto, pela concentração instantânea de sedimentos, expressa em kg m^{-3} . A quantidade total de solo perdida por erosão foi obtida pela integração das taxas instantâneas de perda de solo, extrapolando-se os resultados obtidos na área da parcela para um ha, expressando o resultado em t ha^{-1} .

Para facilitar a comparação dos resultados obtidos se fez necessário a padronização dos mesmos. Os dados de perda total de água e perda total de solo foram ajustados para a intensidade de chuva planejada de 65 mm h^{-1} , conforme definido por Cogo (1981). Os dados de perda de solo ainda receberam ajuste para a declividade do terreno, padronizando as perdas para a declividade média das parcelas experimentais que foi de $0,134 \text{ m m}^{-1}$, seguindo o proposto por Wischmeier & Smith (1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de perdas de solo dos tratamentos em cada teste de chuva simulada, juntamente com a perda total por tratamento e a perda média dos testes de chuva, estão dispostos na **tabela 1**.

Tabela 1 – Perdas de solo, em kg ha^{-1} .

Tratamento	Testes						Total
	1	2	3	4	5	6	
	----- kg ha ⁻¹ -----						
SRA	50	33	39	28	38	60	248
SRE	197	221	275	808	358	970	2828
SEA	231	85	327	128	615	5451	6836
SEE	391	288	2113	6260	8315	13651	31018
SDE	1030	484	3002	6800	12785	19558	43659
Média	380	222	1151	2805	4422	7938	

SRA: solo coberto com resíduos de azevém; SRE: solo coberto com resíduos de ervilhaca; SEA: solo escarificado com raízes de azevém; SEE: solo escarificado com raízes de ervilhaca; SDE: solo sem cultivo, descoberto e escarificado.

Houve uma maior eficiência dos resíduos culturais nas perdas de solo, em relação aos tratamentos em que o solo foi cultivado e escarificado. A cobertura por resíduos culturais protegeu o solo da desagregação pela energia de impacto direto das gotas de chuva e diminuiu a velocidade da enxurrada, aumentando o armazenamento de água na superfície e diminuindo sua capacidade de desagregar e transportar partículas, conforme Bertol et al. (1989).

O cultivo de azevém foi mais eficaz do que o de ervilhaca no controle da erosão hídrica, tanto no que se refere aos resíduos culturais em superfície, quanto, no que se refere à combinação da operação de escarificação com as raízes das culturas. Fato semelhante foi observado por Lopes et al. (1987a),

onde os resíduos de trigo, milho e soja apresentaram capacidade distinta em reduzir a erosão hídrica. Tais autores afirmam que o resíduo de trigo foi o mais eficiente, pois com uma mesma porcentagem de cobertura do solo, o resíduo de trigo apresentava maior número de peças do que os outros tipos de resíduos, mantendo maior contato com a superfície do solo, filtrando os sedimentos e diminuindo mais a velocidade do escoamento.

O tratamento com cobertura do solo por resíduo de azevém foi o mais eficaz no controle da erosão, no qual a perda de solo foi de 248 kg ha^{-1} , enquanto, no tratamento com solo escarificado e raízes de ervilhaca, o menos eficaz, a referida perda foi de $31.018 \text{ kg ha}^{-1}$, dentre os tratamentos com cultivo do solo.

Dentre todos os tratamentos, o solo sem cultivo apresentou o maior valor de perda de solo, igual a $43.659 \text{ kg ha}^{-1}$. Guadagnin et al. (2005), também, observaram em área próxima ao presente estudo, em Cambissolo Húmico alumínico léptico, sob chuva natural, maior valor de perda de solo no tratamento com preparo convencional e ausência de cultivo, porém em maior magnitude ($93,67 \text{ mg ha}^{-1}$). Este fato é explicado pela ausência de cultivo que manteve a superfície descoberta e exposta ao impacto das gotas da chuva e à enxurrada (Bertol et al., 2004).

Segundo Bertol et al. (2008), a presença de culturas tem efeito positivo na conservação do solo, devido a sua influência na agregação, resistência e proteção do solo, pois, mesmo quando incorporados, os resíduos contribuem para a sua agregação. Já na ausência de cultivo, há uma diminuição gradativa da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Juntamente, as raízes das culturas ocasionam maior estabilidade dos agregados, tornando o solo menos susceptível a desagregação e conseqüentemente, ao transporte. Em um solo descoberto e com baixa resistência, as gotas de chuva impactam o solo descoberto e rapidamente diminuem a sua rugosidade superficial, selando a superfície, diminuindo a infiltração de água no solo e formando sulcos com enxurradas com alto volume e velocidade (Bertol et al., 1989).

Na **tabela 2** são apresentados os valores de perdas de água para os diferentes tratamentos em cada teste de chuva simulada, bem como, as respectivas médias.

Dentre os tratamentos, o solo coberto com raízes de azevém (SRA) apresentou a menor perda de água (48%), enquanto o tratamento solo escarificado com raízes de ervilhaca (SEE), apresentou a maior perda (64%).

Com exceção do solo descoberto escarificado (SDE), as maiores perdas de água foram encontradas nos tratamentos em que o solo foi escarificado (63%), em relação aos solos cobertos



com resíduos culturais (53%). Estes dados concordam com os encontrados por Schick et al. (2000), onde a semeadura direta perdeu menos água do que o solo revolvido mecanicamente e contrastam com os resultados encontrados por Cogo (1981), onde a escarificação proporcionou menor perda de água do que os tratamentos com resíduos sobre a superfície.

Tabela 2 É Perdas de água, em relação a % de chuva aplicada.

Tratamento	Testes						Média
	1	2	3	4	5	6	
	----- % -----						
SRA	57	48	56	41	36	48	48
SRE	56	55	62	51	62	63	58
SEA	73	65	65	54	57	60	62
SEE	68	61	67	58	63	68	64
SDE	52	53	55	57	70	66	59
Média	61	56	61	52	58	61	

SRA: solo coberto com resíduos de azevém; SRE: solo coberto com resíduos de ervilhaca; SEA: solo escarificado com raízes de azevém; SEE: solo escarificado com raízes de ervilhaca; SDE: solo sem cultivo, descoberto e escarificado.

Houve um comportamento de perdas crescente com o passar dos testes para o SDE. Esse aumento se deve a diminuição da rugosidade superficial do solo e, principalmente, ao selamento superficial do solo, que, por não apresentar proteção, ocorreu rapidamente (Bertol et al., 1989).

CONCLUSÕES

Os resíduos culturais sobre a superfície do solo foram mais eficientes do que os solos escarificados apenas com as raízes das culturas. Dentre os cultivos, o cultivo de azevém foi mais eficiente que o cultivo da ervilhaca na redução da perda de solo, independentemente do manejo da superfície.

Com exaustão do solo descoberto escarificado, as perdas de água seguiram a mesma tendência geral das perdas de solo, porém com menor magnitude de variação dos valores.

REFERÊNCIAS

ALLMARAS, R. R.; BURWELL, R. E.; LARSON, W. E. Total porosity and roughness of the interrow zone as influenced by tillage. [s.l.]: ARS: USDA, 1966. 22p. (Cons. Res. Report, 7).

BERTOL, I. Índice de erosividade (EI_{30}) para Lages (SC) . 1ª aproximação. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 28:515-521, 1993.

BERTOL, I.; BERTOL, C.; BARBOSA, F.T. Simulador de chuva tipo empuxo com braços movidos hidráulicamente: fabricação e calibração. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:1905-1910, 2012.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 13:373-379, 1989.

BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; CASSOL, P. C. et al. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:485-494, 2004.

BERTOL, I.; ZOLDAN JUNIOR, W. A.; FABIAN, E. L. et al. Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um nitossolo háplico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:747-757, 2008.

COGO, N. P. Effect of residue cover, tillage-induced roughness and slope length on erosion and related parameters. Tese de Doutorado, Indiana, Purdue University, West Lafayette, 1981. 346p.

GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:277-286, 2005.

LOPES, P. R. C.; CASSOL, E. A.; COGO, N. P. Influência da cobertura vegetal morta na redução da velocidade de enxurrada e na distribuição de tamanho de sedimentos transportados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 11:193-197, 1987.

MEYER, L. D. & McCUNE, D. L. Rainfall simulator for runoff plots. Agricultural Engineering, 39:644-648. 1958.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. et al. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24:427-436, 2000.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 537).

ZOLDAN JUNIOR, W. A. Rugosidade superficial do solo ocasionada por uma operação de escarificação aplicada após cinco anos e meio de uso de sistemas de manejo do solo, e suas relações com a erosividade da chuva e erosão hídrica em um Nitossolo Háptico. Dissertação de Mestrado, UDESC, Lages, 2006. 100p.